

EVALUACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE ECUACIONES NO LINEALES

Nicolás Llodra Schat, Mercedes Astiz, Silvia Vilanova, Perla Medina
Universidad Nacional de Mar del Plata - Argentina
nicollodra@yahoo.com
Nivel Universitario

Resumen

En el presente trabajo se describe un sistema de evaluación y los resultados obtenidos en cada una de las instancias que lo conforman. El mismo fue diseñado en el marco de una nueva propuesta metodológica para la enseñanza de “métodos numéricos”, dirigida a alumnos universitarios de las carreras de Profesorado y Licenciatura en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata y tuvo origen en las dificultades detectadas a lo largo del tiempo en el aprendizaje de la asignatura “Métodos Numéricos” perteneciente al segundo cuatrimestre del segundo año del plan de estudios de ambas carreras. A partir de esta situación, se organizó el plan de trabajo de investigación “Análisis de los efectos de una nueva propuesta metodológica en el aprendizaje de Métodos Numéricos en alumnos de nivel universitario” por el cual el primer autor obtuvo una Beca de Investigación de Alumno Avanzado en la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Palabras clave: Evaluación, Aprendizaje, Ecuaciones no lineales, Métodos Numéricos

Introducción

“No existen formas de evaluación que sean absolutamente mejores que otras. Su calidad depende del grado de pertinencia al objeto evaluado, de los sujetos involucrados y de la situación en que se ubiquen”. (Celman, 2003, p. 43)

Desde el marco de interpretación constructivista, la evaluación es una actividad que debe realizarse tomando en cuenta no sólo el aprendizaje de los alumnos, sino también las actividades de enseñanza que realiza el docente y su relación con dichos aprendizajes y se debe encaminar a reflexionar, interpretar y mejorar dicho proceso desde dentro. (Coll y Martín, citado por Diaz-Barriga & Hernández, 2002, p. 353).

Reducir la evaluación a la medición de resultados es perder de vista los procesos más ricos que se desarrollan durante el aprendizaje: los obstáculos, los logros, las debilidades y las posibles causas que intervinieron. En este sentido evaluar debe significar, tanto para los alumnos como para los docentes, investigar con la intención, no sólo de determinar e informar sobre el nivel alcanzado por los alumnos, sino también de contribuir a mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje, siendo de esta manera un elemento que está presente antes, durante y después del acto educativo.

Se concibe de esta manera el concepto de evaluación como un continuo proceso de reflexión acerca de la construcción de los aprendizajes y de la calidad de la enseñanza. Un nuevo enfoque de la evaluación debe poner el énfasis en la evaluación y no en el examen, en tanto la primera privilegia la obtención de información en los ámbitos más informales y la segunda debate respecto de los mejores instrumentos para ámbitos neutros o descontextualizados (Gardner, citado por Litwin, 2003). De esta manera, la evaluación puede dejar de ser un modo de constatar el grado en que los estudiantes han captado la enseñanza para pasar a ser una herramienta que permita comprender y aportar a un proceso siempre y cuando “el docente logre centrar más su atención en tratar de comprender qué y cómo están aprendiendo sus alumnos, en lugar de concentrarse en lo que él les enseña”

(Celman, 2003, p. 47). La evaluación se constituye así en fuente de conocimiento y lugar de gestación de mejoras educativas si se la organiza en una perspectiva de continuidad, entendiendo que la reflexión sobre la problematización y propuestas iniciales, así como sobre los procesos realizados y los logros alcanzados –previstos o no previstos–, facilitan la tarea de descubrir relaciones y fundamentar decisiones.

En este trabajo se presenta el sistema de evaluación diseñado en el marco del plan de investigación “Análisis de los efectos de una nueva propuesta metodológica en el aprendizaje de Métodos Numéricos en alumnos de nivel universitario”, y los resultados en cada una indicando de las instancias.

Breve descripción de la investigación planteada de donde surge el sistema de evaluación

La introducción al Análisis Numérico para las carreras de Matemática que se dictan en la FCEyN de la UNMdP se realiza en la asignatura “Métodos Numéricos” perteneciente al segundo cuatrimestre del segundo año del plan de estudios y su aprendizaje presenta diversas dificultades que se han observado a lo largo del tiempo.

Los alumnos tienen dificultad para comprender la esencia del Análisis Numérico debido a que es una asignatura que tiene características propias que se diferencian de otras materias; en efecto, en esta disciplina no existen siempre verdades aplicables a todas las situaciones y la pertinencia o no de utilizar distintas herramientas para resolver un problema depende fuertemente del contexto en el cual se va a utilizar. Esto implica que deben desarrollarse otras habilidades para resolver los problemas, heurísticas diferentes a las que el alumno está acostumbrado.

(Rodríguez Vázquez, 2004, p. 301)

A partir de esta situación, se organizó un plan de trabajo que tuvo como objetivo diseñar una nueva propuesta metodológica de enseñanza y analizar sus efectos en el aprendizaje de los alumnos. La misma se diseñó a partir de la reformulación de los objetivos de los trabajos prácticos, la reorganización de los contenidos, la confección de un sistema de tareas que considere los niveles de asimilación de los alumnos, la incorporación de técnicas de trabajo grupal en el aula, la utilización de herramientas informáticas y el diseño de un nuevo sistema de evaluación (Llodra Schat, 2010). Se trabajó bajo la concepción de que para que el alumno alcance el nivel más alto de asimilación, la enseñanza debe ser estructurada de manera que se puedan asimilar consecuentemente las operaciones precedentes a cada nivel. En este contexto, se utilizaron técnicas y recursos que favorecieran un aprendizaje constructivo y participativo, tendiente a la independencia cognoscitiva. Se incluyó el uso de computadoras pues operan como facilitadoras para el aprendizaje en ambientes colaborativos e interactivos (De Corte, 1996; Koschmann, 1996). La evaluación, considerada como un proceso de formación integral, se orientó no sólo al conocimiento adquirido, sino también a los procesos psicológicos involucrados, atendiendo a la significación del aprendizaje logrado, al desarrollo de las relaciones humanas, de las actitudes, comportamientos y valores, al interés, la motivación, la participación y la formación integral del alumno (Celman, 2003; Litwin, 2003). Se realizó un estudio de tipo descriptivo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista, 1993), a través de una intervención didáctica y se analizó su impacto en el aprendizaje de los alumnos, con un diseño cuasi-experimental (León y Montero, 1997), ya que la asignación de alumnos a los grupos experimental y testigo no fue posible efectuarla al azar.

Debido a los límites de tiempo (un año), se seleccionó un tema de la asignatura, *métodos de resolución de ecuaciones no lineales*, que compone una de las unidades temáticas. A partir

de los resultados obtenidos, esta nueva metodología se proyectará a toda la asignatura. Participaron en la experiencia 25 alumnos, conformando 13 alumnos el grupo experimental y 12 el grupo control. Como instrumentos para el desarrollo de la investigación se confeccionaron: una Guía de Trabajos Prácticos (Llodra Schat, 2010), un Cuestionario de Opinión para los Alumnos sobre el material, la metodología de trabajo y las evaluaciones, un Registro de Observación de Clases y un Cuestionario de Opinión para los Jueces evaluadores del trabajo práctico. También se seleccionó el asistente matemático Derive (versión de prueba) y se programaron funciones a medida. Tanto el material didáctico y la Guía de Trabajos Prácticos, como las Evaluaciones y Cuestionarios, fueron validados a través de la consulta a expertos (se seleccionaron tres docentes de la asignatura con amplia experiencia en el tema para que actuaran como jueces externos y juzgaran críticamente el material didáctico y dos investigadores en Educación Matemática, para que hicieran lo propio con los instrumentos de recolección de datos); los resultados de esta consulta permitieron realizar los ajustes necesarios.

El nuevo sistema de evaluación

La evaluación, tal como se señalara anteriormente, fue considerada como un proceso de formación integral que se orientó no sólo al conocimiento adquirido, sino también a los procesos psicológicos involucrados. Para diseñar el sistema de evaluación se trabajó sobre la base de una experiencia realizada años atrás en la asignatura Cálculo Numérico de las carreras de Física (Astiz, Medina, Oliver, Rocerau, Valdez, Vecino, 2004), considerando las diferentes modalidades de evaluación como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje y construyendo instrumentos, que se describen a continuación, para la evaluación diagnóstico, formativa y sumativa.

Evaluación Formativa: Tradicionalmente se han desvinculado de manera sistemática los procesos de evaluación y los de enseñanza y aprendizaje. Considerando que la evaluación de la asignatura debe tener como objetivo propiciar el aprendizaje y no sólo comprobar resultados, se consideró la resolución de la Guía de Trabajos Prácticos como un elemento más del proceso de evaluación. El propósito de cada una de las actividades, que fueron cuidadosamente seleccionadas, fue que surjan cuestionamientos que generen reflexión e intercambio de ideas. Además, se diseñaron como instrumentos Evaluaciones Diarias, Registro de Observación de Clases y Registros Anecdóticos.

- **Guía de Trabajos Prácticos:** Está compuesta por actividades graduadas tanto en su grado de dificultad como en el tipo de habilidades necesarias para resolverlas. Intervienen ejercicios de reproducción, producción y creación. Resultan indispensables para incorporar y aplicar los nuevos conceptos.
- **Registro de Observación:** diseñado para registrar los logros y dificultades de los alumnos durante el desarrollo de la nueva propuesta metodológica; es decir, precisa los niveles de desarrollo de habilidades alcanzados en relación a la comprensión, análisis y síntesis de información, manejo crítico de conceptos claves, originalidad, creatividad, etc. en la resolución de problemas.
- **Registro Anecdótico:** se diseñó una carpeta con una hoja por alumno para registrar los hechos, datos, detalles, conductas y situaciones significativas en el momento en que se produjeron.
- **Evaluaciones Diarias:** conjunto de cuestiones conducentes a registrar los logros de los alumnos con respecto a los conceptos trabajados en la clase.

Con la resolución de los “trabajos prácticos” y las evaluaciones diarias se pretendió:

*El pensamiento del profesor, sus prácticas y
elementos para su formación profesional*

- Posibilitar que cada alumno pueda expresarse para individualizarlo y así darle el seguimiento personalizado que requiere una evaluación formativa.
- Propiciar el trabajo individual y grupal de los alumnos, para posibilitar la auto-evaluación y la co-evaluación, procedimientos que forman parte de la operatividad de esta modalidad.
- Obtener información acerca de los errores y de los logros alcanzados y los no alcanzados, favoreciendo el proceso de toma de decisiones en la rectificación del rumbo para el logro de un mayor rendimiento.

Como ejemplo se presentan el Registro de Observación y una de las Evaluaciones Diarias. Detalles sobre la Guía de Trabajos Prácticos pueden obtenerse en el trabajo “Una guía de trabajos prácticos para el aprendizaje de ecuaciones no lineales” (Llodra Schat, 2010).

Ecuaciones no lineales

<i>Apellido y Nombre:</i>	<i>Siempre</i>	<i>La mayoría de las veces</i>	<i>Algunas veces</i>	<i>Nunca</i>
<i>a. Utiliza correctamente la terminología básica</i>				
<i>b. Selecciona correctamente los métodos de resolución.</i>				
<i>c. Conoce las ventajas y desventajas de los métodos</i>				
<i>d. Conoce las condiciones necesarias para la aplicación de un método</i>				
<i>e. Resuelve correctamente los problemas propuestos</i>				
Actitudes				
<i>f. Persiste en la búsqueda de soluciones</i>				
<i>g. Interviene en forma clara y precisa</i>				
<i>h. Trabaja con compromiso</i>				
<i>i. Trabaja con entusiasmo</i>				

Registro de Observación

1. ¿Cuál de los métodos de Bisección y de Regula-Falsi es en general más rápido en la convergencia hacia la aproximación de una raíz?
2. ¿El método de Bisección permite resolver ecuaciones del tipo $f(x) = k$ siendo k constante? ¿Y la intersección de las gráficas de dos funciones f y g , mediante el empleo del método de Bisección? Explica cómo.
3. Si para un cierto método de resolución de una ecuación no lineal, se tiene que $\left(\frac{|x_{n+1} - \alpha|}{|x_n - \alpha|} \right)_{n \in \mathbb{N}}$ tiende a 2, entonces ¿el método converge a la raíz α con un orden lineal?
4. Si para un método de resolución de una ecuación no lineal, se tiene que $\left(\frac{|x_{n+1} - \alpha|}{|x_n - \alpha|^2} \right)_{n \in \mathbb{N}}$ tiende a 2, entonces ¿la convergencia del método es cuadrática?

Evaluación Diaria 1

Evaluación Sumativa: Como se sabe, la evaluación sumativa tiene por finalidad valorar los resultados del aprendizaje en el momento que se considera finalizado un proceso o etapa. Su objetivo es determinar si han sido positivos dichos resultados y si se ha logrado lo que se esperaba. Estuvo integrada por dos evaluaciones, del tipo “prueba escrita de desarrollo”:

- **Evaluación de Fin de Unidad Temática:** consiste en la resolución de problemas sobre el tema de la unidad, en este caso *Ecuaciones no lineales*, que involucran la toma de decisiones sobre la elección del método numérico más conveniente para su resolución y la

interpretación de los resultados obtenidos. Se realiza con lápiz, papel y computadora, y en forma individual.

- **Examen Parcial:** la metodología de realización es igual al anterior, pero incluye la resolución de un problema de cada unidad temática que involucra. Se toman dos de estos exámenes en la asignatura, evaluándose así el programa en dos mitades.

Se seleccionó el tipo “prueba escrita de desarrollo” por las siguientes ventajas:

Respecto a los estudiantes:

- Se predisponen positivamente al trabajo previo (desarrollo de trabajos prácticos) como preparación para esta evaluación
- Lo consideran equitativo (seguramente por tradición).
- Comparan resultados
- Realizan el trabajo con mayor concentración
- Revén en base a los aciertos y desaciertos.

Respecto a los docentes:

- Se evalúa a todos los alumnos a la vez y en la misma situación
- Permite comparar los resultados obtenidos con respecto a los esperados
- Permite observar resultados no esperados
- Aporta los últimos detalles sobre el tema a partir de los resultados (resumen final)
- Brinda información que posibilita realizar modificaciones para la mejora a mediano y largo plazo para el próximo dictado o próximo examen.

Al finalizar la experiencia se evaluaron los conocimientos de los dos grupos en el tema, con los instrumentos descriptos. A continuación se describen la Evaluación de Fin de Unidad y el problema seleccionado para el examen parcial correspondiente:

1. Analiza qué ocurre cuando se aplica el método de Bisección a la función $f(x) = (3x-1)^{-1}$ en el intervalo $[0,1]$. ¿Contradice este hecho la consistencia del método de Bisección? Justifica.
2. Describe un método iterativo de Punto Fijo $x_{n+1} = g(x_n)$ que converja hacia la raíz positiva de la ecuación $x^2 - 2x - 2 = 0$, encontrando previamente un intervalo adecuado en donde la convergencia hacia la solución sea independiente de la elección de x_0 , demostrando que para la función de iteración g elegida se cumplen las hipótesis del teorema de convergencia de Punto Fijo. Aproxima dicha raíz con una precisión de al menos 4 decimales exactos.
3. Si en una calculadora se introduce un número cualquiera y luego se presiona repetidamente la tecla que corresponde a la función coseno, ¿cuál es la respuesta que debería aparecer? Justifica teóricamente.
4. Analiza la verdad o falsedad de la siguiente afirmación, justificando en cualquiera de los casos: Si una función de iteración de Punto Fijo g verifica que $g(\alpha) = \alpha$ y $g'(\alpha) = 0$, entonces el orden de convergencia del método iterativo $x_{n+1} = g(x_n)$ es 2.

Evaluación de Fin de Unidad

Para evaluar el aprendizaje del tema en ambos grupos se seleccionó el siguiente problema que se incorporó en el segundo parcial.

*El pensamiento del profesor, sus prácticas y
elementos para su formación profesional*

Las gráficas de las funciones $f_1(x) = 2e^x$ y $f_2(x) = 32x^4$ se cortan en algún punto con abscisa α , siendo $\alpha > 0$.

- a) Mostrar que $g(x) = \frac{1}{2}e^{\frac{x}{4}}$ es una función de iteración de punto fijo para α .
- b) Demostrar que la función g satisface las hipótesis del teorema de convergencia de Punto Fijo, en algún intervalo adecuado que contenga a α .
- c) Mediante el método iterativo $x_{n+1} = g(x_n)$ con $x_0 = 0$, aproximar el valor de α con una precisión de cuatro decimales exactos, calculando previamente la cantidad de iteraciones necesarias para tal fin.
- d) ¿Influye en la convergencia o divergencia del proceso iterativo de punto fijo, el valor de la aproximación inicial x_0 en el intervalo elegido en el inciso b)? Justificar la respuesta.

Problema seleccionado sobre Ecuaciones no lineales para el Examen Parcial
RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DIFERENTES INSTRUMENTOS

A continuación se describen los resultados obtenidos, en el aprendizaje del tema *Ecuaciones no lineales*, a través de las distintas instancias de evaluación diseñadas:

Evaluaciones Diarias: Tal como se mostró en el apartado anterior se tomaron dos de estas evaluaciones. De las mismas participaron sólo los alumnos del grupo experimental ya que sus resultados no se utilizaron para comparar el rendimiento académico de los grupos. Los resultados obtenidos fueron:

Diaria 1	1	2	3	4	Diaria 2	1	2
B	92,3%	92,3%	61,5%	76,9%	B	76,9%	69,3%
R	7,7%	7,7%	15,4%	0%	R	7,7%	0%
M	0%	0%	15,4%	15,4%	M	7,7%	23%
S/R	0	0	7,7%	7,7%	Ausente	7,7%	

B (Bien) – R (Regular) – M (Mal) - S/R (Sin resolver)

Puede observarse que los resultados son excelentes ya que los mayores porcentajes están concentrados en problemas correctamente resueltos. Otra cuestión a destacar es el bajo porcentaje de ausencia a las clases del grupo que trabajó con la nueva metodología.

Evaluación de Fin de Unidad: Al finalizar la unidad “*Ecuaciones no lineales*” se tomó esta evaluación a los dos grupos. Los resultados obtenidos se organizan en dos cuadros. En el primero se toman los porcentajes sobre los alumnos que asistieron a la instancia, mientras que en el segundo se consideran los porcentajes sobre el total de alumnos que conformaba cada grupo (experimental: 13, control: 11)

Para establecer los porcentajes se reunieron todos los alumnos que obtuvieron los códigos B (bien), B- (bien menos) y R+ (regular mas) que son los que tienen la actividad propuesta correcta o casi correcta debido a algún detalle y aquellos que obtuvieron R (regular), R- (regular menos), M (mal), S/R (sin resolver).

		Experimental	Control			Experimental	Control
Ejercicio 1	B, B-, R+	84,62%	36,36%	Ejercicio 1	B, B-, R+	84,62%	66,67%
	R, R-, M, S/R	15,38%	18,18%		R, R-, M, S/R	15,38%	33,33%
Ejercicio 2	B, B-, R+	84,62%	18,18%	Ejercicio 2	B, B-, R+	84,62%	33,33%
	R, R-, M, S/R	15,38%	36,36%		R, R-, M, S/R	15,38%	66,67%
Ejercicio 3	B, B-, R+	53,85%	9,09%	Ejercicio 3	B, B-, R+	53,85%	16,67%
	R, R-, M, S/R	46,15%	45,45%		R, R-, M, S/R	46,15%	83,33%
Ejercicio 4	B, B-, R+	76,92%	45,45%	Ejercicio 4	B, B-, R+	76,92%	83,33%
	R, R-, M	23,08%	9,09%		R, R-, M	23,08%	16,67%

*El pensamiento del profesor, sus prácticas y
elementos para su formación profesional*

S/R	S/R
Porc. de alumnos por calificación obtenida considerando el total de alumnos de cada grupo (presentes y ausentes).	Porc. de alumnos por calificación obtenida considerando el total de alumnos que asistieron a la evaluación de Fin de Unidad (presentes y ausentes).

Sin duda alguna, los porcentajes de aprobados obtenidos tomando cualquiera de las dos situaciones son ampliamente mayores para el grupo experimental, excepto en el ejercicio 4 si sólo tomamos en consideración el grupo de alumnos presentes.

Problema seleccionado sobre Ecuaciones no lineales para el Examen Parcial: De la misma manera se procedió para evaluar los resultados del problema involucrado en el Examen Parcial sobre del tema *Ecuaciones no lineales*. La calificación obtenida por los alumnos de cada grupo se encuentra descrita en las siguientes tablas:

		Experimental	Control
Inciso a)	B, B-, R+	84,62%	54,55%
	R, R-, M, S/R	15,38%	9,09%
Inciso b)	B, B-, R+	76,92%	27,27%
	R, R-, M, S/R	23,07%	36,36%
Inciso c)	B, B-, R+	46,15%	0%
	R, R-, M, S/R	53,85%	63,64%
Inciso d)	B, B-, R+	84,62%	45,45%
	R, R-, M, S/R	15,38%	18,18%

Porc. de alumnos por calificación obtenida considerando el total de alumnos de cada grupo (presentes y ausentes).

		Experimental	Control
Inciso a)	B, B-, R+	84,62%	85,71%
	R, R-, M, S/R	15,38%	14,29%
Inciso b)	B, B-, R+	76,92%	42,86%
	R, R-, M, S/R	23,07%	57,14%
Inciso c)	B, B-, R+	46,15%	0%
	R, R-, M, S/R	53,85%	100%
Inciso d)	B, B-, R+	84,62%	71,43%
	R, R-, M, S/R	15,38%	28,57%

Porc. de alumnos por calificación obtenida considerando el total de alumnos que asistieron al parcial

De estos resultados se desprende que las calificaciones obtenidas por el grupo experimental son notablemente mejores que las del grupo control en la mayoría de los ejercicios.

Además puede destacarse como información que no surge de las tablas anteriores que:

- 38,5% de los alumnos que conformaron el grupo experimental resolvieron el ejercicio propuesto sin obtener en ninguno de los incisos nota Regular o inferior, mientras que en el grupo control no hubo ningún alumno en esa condición (0%).
- 100% de los alumnos del grupo experimental asistieron a la evaluación mientras que sólo un 64% de los del grupo control.

Consideraciones Finales

Los resultados en las distintas instancias que componen el sistema de evaluación diseñando son alentadores en cuanto al aporte que la nueva propuesta metodológica puede significar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Métodos Numéricos.

Los instrumentos diseñados para registrar datos reunieron información para comprender las dificultades y logros de los alumnos a través de las distintas evaluaciones, como también aportaron datos para futuras correcciones en los diferentes elementos que componen el sistema, tanto la Guía de Trabajos Prácticos como las Evaluaciones.

Si bien el sistema se ha implementando una única vez, se han obtenido comentarios positivos por parte de los alumnos, quienes han manifestando mayor comodidad y conformidad a la hora de la evaluación. También lo han hecho los docentes que participaron de la experiencia, quienes coincidieron en que en las consultas realizadas por los alumnos, en las clases y aún durante las instancias de evaluación, mostraron una mayor

comprensión e interés en los temas. Como aporte, han sugerido que enriquecería el sistema de evaluación la implementación de otros instrumentos alternativos, como los portafolios, que permitan hacer apreciaciones cualitativas que se centren en documentar el crecimiento del alumno en cierto tiempo.

Por último, es de destacar que propuestas de evaluación como la diseñada resulta una tarea complicada y laboriosa, y que sólo es posible de llevar adelante con un número reducido de alumnos como el que tienen los cursos donde se ha implementado.

Referencias Bibliográficas

- Astiz, M., Medina, P., Oliver, M., Rocerau, M., Valdez, G. y Vecino, S. (2004). Cambios en la Evaluación de la Asignatura Cálculo Numérico I. En UMA (2004), *XXVII Reunión de Educación Matemática*. Unión Matemática Argentina. Universidad Nacional del Comahue, Neuquén. Argentina. (pp. 25-26)
- Celman, S. (2003). ¿Es posible mejorar la evaluación y transformarla en herramienta de conocimiento? En A. Camilloni, S. Celman, E. Litwin y M. Palou de Maté. *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo* (pp. 35-66). Buenos Aires: Paidós.
- De Corte, E. (1996). Aprendizaje Apoyado en el Computador: una Perspectiva a Partir de la Investigación acerca del Aprendizaje y la Instrucción. En Red Iberoamericana de Informática Educativa, *Memorias del III Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*. Barranquilla: Servicio Nacional de Aprendizaje.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México: Mcgraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (1993). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Koschmann, T. (Ed.). (1996). *CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- León, O. y Montero, I. (1997). *Diseño de investigaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Litwin, E. (2003). La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza. En A. Camilloni, S. Celman, E. Litwin y M. Palou de Maté, *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo* (pp. 11-33). Buenos Aires: Paidós.
- Llodra Schat, N., Astiz, M., Vilanova, S. y Medina, P. (2009). Una nueva propuesta metodológica en el aprendizaje de Métodos Numéricos para alumnos de nivel universitario. En UMA, UNMDP (2009), *XXXII Reunión de Educación Matemática*, 9-10 (UMA, Argentina).
- Llodra Schat, N., Astiz, M., Vilanova, S. y Medina, P. (2010). Una guía de trabajos prácticos para el aprendizaje de ecuaciones no lineales. En M. Ascheri, R. Pizarro, y N. Ferreira (Eds.). *III Reunión Pampeana de Educación Matemática (III)*, (pp. 241-252) CD-ROM. Santa Rosa: Universidad Nacional de La Pampa.
- Recuperado el 15 de marzo de 2012 de <http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200351181910APRENDIZAJE%20APOYADO%20EN%20EL%20COMPUTADOR.pdf>
- Rodríguez Vazquez, F. (2004). Una perspectiva didáctica en la iteración de funciones y el punto fijo. En E. Castro, E. de la Torre (Eds.), *Investigación en educación matemática: Octavo Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (S.E.I.E.M.)* (pp. 297-307). A Coruña: Servicio de Publicaciones.